

DESENVOLVIMENTO ANATÔMICO DA RAIZ ADVENTÍCIA EM ESTACA DE FIGUEIRA (*Ficus carica* L.)

Chotaro Shimoya
Carlos J. Gomide*

1. INTRODUÇÃO

A estaquia é um dos processos mais importantes e mais aplicados na propagação vegetativa.

Dá-se o nome de estaca, segundo JANICK (2), a qualquer parte destacada de uma planta, capaz de regenerar parte ou partes que lhe faltam, a fim de formar uma planta completa.

O processo de enraizamento é bastante complexo. Assim, encontram-se vários trabalhos, tais como os de TRIONE (6, 7) e de PONS *et alii* (4) que, de modo geral, encaram o enraizamento sob os seguintes aspectos: a) influência da época de preparo das estacas; b) enraizamento das estacas, logo após a coleta; c) tratamentos, tais como: I - estratificação, II - aplicação de hormônio, III - lavagem, e período de tempo necessário a esta operação, e ainda no caso anterior, a quantidade e qualidade de substância empregada.

As raízes adventícias podem originar-se de raízes mais grossas, no hipocótilo, ou de caule mais ou menos idoso, neste último caso pode-se usar tratamentos com auxinas. O ponto inicial de formação de raízes ocorre no tecido que se localiza,

Recebido para publicação em 28-10-1968.

* Respectivamente, Prof. de Botânica da Escola de Pós-Graduação da UREMG (bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas) e Prof. Assistente de Botânica Geral e Sistemática da Escola Superior de Agricultura da UREMG.

mais ou menos profundamente, nos espaços intervasculares. O tecido vizinho ou adjacente pode igualmente participar, ou não, na formação do esboço radicular. Segundo BOUREAU (1), as raízes adventícias podem ter como ponto de origem os seguintes tecidos:

- 1º - na epiderme das gemas ou do hipocótilo, participando também células corticais na formação do esboço radicular (Roripa austriaca, Cardamine pratensis);
- 2º - no periciclo do caule (Coleus, Zea mays);
- 3º - nos raios, entre o periciclo e o câmbio (Tropaeolum majus, Lonicera japonica, Salix cordata);
- 4º - no líber secundário indiferenciado, entre os feixes liberianos, com participação do câmbio (Rosa);
- 5º - no câmbio interfascicular com participação do periciclo (Portulaca oleacea) e do líber (Begonia);
- 6º - na medula do caule (Portulaca oleacea);
- 7º - nas interrupções parenquimatosas do anel lenhoso, em razão da presença de traços foliares (Ribes nigrum) ou gemas (Cotoneaster dammeri).

Quanto ao desenvolvimento ou à formação de radícula nos fanerógamos, VAN TIEGHEM (9) descreve, minuciosamente, três modalidades, segundo o agrupamento das células iniciais e sua complexidade. Uma delas é a seguinte: as células da camada periférica, junto ao lenho, começam a alongar-se de modo radial, depois dividem-se em partes iguais, segundo um plano tangencial. Quando atingem certa porção ou volume, sofrem uma diferenciação em zonas ou fileiras. A zona interna dá origem às células iniciais do cilindro central, e a externa às iniciais do córtex. Prosseguindo o desenvolvimento a porção do endoderma que envolve a jovem radícula divide-se, também, em partes iguais, segundo plano tangencial. Nesta divisão, originam-se duas zonas: a interna, que dá origem às células iniciais, próprias da camada pilosa, e a externa que,

sofrendo novas divisões centrípetas, dá origem à coifa.

Neste trabalho, descreve-se o desenvolvimento anatômico da raiz adventícia, focalizando uma particularidade que é a evolução do tecido caloso formado.

2. MATERIAL E MÉTODO

Com o uso do micrótomo, foram feitos cortes transversais e longitudinais em estacas de figueira (*Ficus carica* L.) a partir do 5º dia do processo de enraizamento, com intervalos de 5 dias, durante o período de setembro a novembro de 1967. Para controle, foram feitos, também, nas mesmas condições, cortes análogos da parte aérea.

Os cortes, cuja espessura variou de 50 a 70 micrômetros, foram fixados em fluido FAA (Formol + álcool 60% + ácido acético na proporção de 5:90:5) e corados pelo método de tripla coloração de Flemming e hematoxilina Delafieldt. As fotografias foram obtidas com Fotomicroscópio Mikroma de Zeiss.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A formação de primórdio radicular, em estaca de figueira, em enraizamento, divide-se em duas fases bem distintas. A primeira fase consiste na formação de calo. Conforme mostram as figuras 1 e 2, o calo forma-se na região do líber ou do periciclo, e cresce em forma de «bolsa», até atingir, de um lado, o câmbio adjacente a um raio lenhoso, e de outro lado o córtex. O tecido caloso é uma formação parênquima-meristemática (figuras 3 e 4), podendo conter no seu seio algumas células esclerificadas do líber ou do periciclo, que desaparecerão, posteriormente, por lise. A célula ou as células iniciais não foram identificadas, apesar de terem sido observadas em diversas preparações. Segundo SNYDER, citado por KRAMER e KOZLOWSKI (3), o tecido caloso é originado pela divisão do câmbio, do parênquima liberiano e também de outras células vivas, que não tenham ainda desenvolvido a parede secundária. Segundo TRIPPI (8), os tecidos do lenho e da medula têm uma ação estimulante sobre a proliferação do câmbio, ocorrendo o mesmo com o tecido do líber e do feloderma.

No presente trabalho, observou-se a formação do calo mas o verdadeiro tecido ou tecidos responsáveis pela sua formação não foram identificados (figuras 5 e 6).

Nos cortes de caules normais, não foi observada a o-

corrência de calo.

As lenticelas das estacas podem emitir protuberâncias semelhantes a raízes provenientes do desenvolvimento das suas células parenquimatosas e também pelas atividades multiplicadoras do felôgeno (figuras 7 e 8). Não foi observada, porém, a sua transformação em raiz.

A segunda fase consiste na formação do primórdio radicular propriamente dito, que se dá na base do calo, adjacente ao câmbio vascular (figura 9); seu desenvolvimento progride em direção ao lenho, formando nesta ligação um tecido denominado de "convergência" (5). Da mesma forma, observa-se formação idêntica na altura do líber, isto é, na região mais periférica que a anterior (figura 11), com desenvolvimento até atingir o lenho. Uma vez estabelecida a ligação propriamente dita, o lenho sofre, agora, regressão, passando, gradativamente, para estrutura parenquimatosa (figura 10) e este fenómeno progride em direção à medula da estaca. Há casos em que a formação da raiz processa-se nos traços anatômicos deixados pela folha ou ramo, neste caso a sua formação e desenvolvimento é facilitada, visto que o tecido sofre menor grau de transformação (figura 14). Uma vez feita a ligação histológica com o lenho, inicia-se o desenvolvimento da raiz em direção à periferia (figuras 10 e 16).

A figura 13 mostra um corte tangencial da raiz em desenvolvimento, onde se observa o tecido lenhoso da estaca em regressão. As manchas escuras em linhas simétricas na raiz correspondem à porção do elemento lenhoso em fase de lisamento.

Não há uniformidade na formação de raízes no material estudado, porquanto estas saem em diversas alturas e em tempos diferentes, como se evidencia pela figura 15.

A extremidade da raiz possui uma espécie de coifa (figuras 11 e 12), que vai digerindo o tecido parenquimatoso do calo (figuras 11, 12, 13 e 15). O aspecto da digestão é notado pela existência de uma linha residual do tecido. A raiz começa a organizar-se estruturalmente à medida que se desenvolve para o exterior da estaca. Em primeiro lugar, forma-se a camada periférica (dermatogênio) e na parte central os traqueides (pleroma). Continuando o seu desenvolvimento, tem lugar a formação da estrutura primária. Nesta altura, o calo parenquimatoso desaparece quase totalmente, e o tecido cortical da estaca liga-se ao da raiz, exceto nos pontos onde não haja oparênquima do calo. O restante do tecido caloso é integrado no tecido cor-

tical.

Assim, na figueira, o calo formado não se integra no corpo da radícula, ao contrário do que afirma VAN TIEGHEM (9), visto que seus traços permanecem, até que saia para o exterior a radícula. Supõe-se que o calo sirva como um tecido nutritivo, neste processo. A raiz, assim formada, continua o seu desenvolvimento normal, podendo, antes do aparecimento da estrutura secundária, emitir radículas.

4. RESUMO

A formação do primórdio radicular na figueira (Ficus carica L.) é precedida do aparecimento de calo. O calo é constituído de células parenquimatosas, proveniente da transformação dos tecidos permanentes da estaca (líber-periciclo-córtex). Durante a fase de formação do calo, observa-se que algumas de suas células esclerenquimatosas livres, que faziam parte dos tecidos referidos, sofrem o fenómeno da lise.

No período inicial do desenvolvimento, a radícula utiliza o parênquima caloso. O parênquima caloso que não fôr utilizado ou assimilado neste desenvolvimento integra-se aos tecidos da estaca, adjacentes à radícula.

O primórdio radicular tem origem nas proximidades do líber-periciclo-córtex. Observa-se nesta região o aparecimento de parênquima caloso pelo lisamento dos tecidos referidos, até atingir um volume definido. No interior do calo na região adjacente ao lenho, inicia-se a formação da radícula. As células iniciais se desenvolvem e se multiplicam no sentido radial, sendo uma porção centrípeta até ligar-se ao lenho, e, outra, centrífuga, em cuja extremidade se forma a coifa.

O tecido caloso é digerido, em parte, durante a formação da radícula, e o restante integra-se no tecido cortical.

Em caule normal não foi observada a ocorrência de calos.

As células parenquimatosas das lenticelas, formam uma espécie de protuberância, semelhante a radículas, mas não chegam a se transformar em raízes.

A formação de raízes adventícias, em estaca de figueira, não segue uma uniformidade topográfica e nem cronológica de aparecimento.

5. SUMMARY

The formation of the root primordium of fig tree (Ficus carica L.) cuttings is preceded by the appearance of a callus. The callus is constituted of parenchymatous cells, resulting from the transformation of the permanent tissues of the cutting (phloem-pericycle-cortex). During the formation phase of the callus it is observed that some of the free sclerenchymatous cells which are a part of the permanent tissues suffer the lysis phenomenon.

During the initial period of development, the wound root utilizes the callus parenchyma. The callus parenchyma that is not utilized or assimilated in this development, becomes a part of the cutting tissues, adjacent to the wound root.

The root primordium has its origin in the vicinity of the phloem-pericycle-cortex.

It was observed that in this region the appearance of the callus parenchyma had its origin by way of the lysis of the mentioned pre-existent tissues until a certain volume of this callus is attained above. The root starts its formation in the interior of the callus, adjacent to the xylem. The initial cells grow and multiply in a "radial" manner; one part being a centripetal portion that reaches the xylem and, the other being a centrifugal one whose extremity serves as the starting point for root caps.

The callus tissue is partially consumed during the root formation and the remaining portion becomes integrated into the cortical tissues.

No callus formation was observed in normal stem. The parenchymatous cells of the lenticels become a kind of protuberance, resembling roots, but are not transformed into roots.

The adventitious root formation in fig cuttings does not follow a topographic pattern nor a chronological one.

6. LITERATURA CITADA

1. BOUREAU, E. Anatomie Végétale. Tome premier. Paris, Presses Universitaires, 1954. 330 p.
2. JANICK, J. A Ciência da Horticultura. Rio de Janeiro, Agência Norteamericana para o Desenvolvimento Internacional, 1966. 485 p.

3. KRAMER, J. J. & KOSLOWSKI, T. T. Physiology of Trees. New York, McGraw-Hill Book Company, 1960. 642 p.
4. PONS, G. A., TIZIO, R. & MAVRICH, E. Influencia de diferentes períodos de lavado sobre la capacidad rizogena de estacas de vid. Revista da la Facultad de Ciencias Agrárias, Mendonza 10(1-2):33-39. 1963.
5. SHIMOYA, C. Anatomia do escape floral do cacauzeiro (Theobroma cacao L.) (Interpretação do fenômeno «Peco»). Revista Ceres, Viçosa 14(78):13-45. 1967.
6. TRIONE, S.O. Influencia de la profundidad de estratification de estacas de vid sobre su capacidad de enraizamiento. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mendonza 10(1-2):55-59. 1963.
7. TRIONE, S.O. Enraizamiento en álamo. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mendonza 10(1-2):61-87. 1963.
8. TRIPPI, V. L'action des tissus adjacents sur la capacité de prolifération du cambium et l'activité de destruction d'IAI et peroxidasiqne chez Aesculus hippocasnum et Castanea vulgaris. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Mendonza 10(1-2):17-19. 1963.
9. VAN TIEGHEM, P. Traité de Botanique. Paris, Librairie F. Savy, 1884. 1656 p.

LEGENDAS DAS FIGURAS

- FIG. 1 - Aspecto de corte transversal da estaca, mostrando na região «córteX-periciclo-líber», o início da formação do calo ou «bolsa» de tecido parenquimatoso. Microfotografia x ca 37.
- FIG. 2 - Idem em estágio mais avançado, em vários pontos. Idem x ca 40.
- FIG. 3 - Aspecto do calo em corte tangencial. Idem x ca 40.
- FIG. 4 - Idem na secção mediana do «calo». Idem x ca 60.

- FIG. 5 - Aspectos da transformação dos tecidos da estaca em tecido caloso; corresponde a da microfotografia 2. Idem x ca 600.
- FIG. 6 - Idem, no início da formação do calo, entre o periciclo e a base do córtex. Idem x ca 600.
- FIG. 7 e 8 - Desenvolvimento das células parenquimatosas da lenticela, em meio úmido. Idem x ca 600.
- FIG. 9 - Aspecto inicial do desenvolvimento do primórdio radicular. Idem x ca 80.
- FIG. 10 - Aspecto da formação de radícula, onde se observa a transformação do tecido lenhoso. Idem x ca 80.
- FIG. 11 - Idem do desenvolvimento da radícula, em corte não mediano, mostrando da base à periferia: radícula com coifa, calo até ruptura da epiderme. Idem x ca 40.
- FIG. 12 - Idem radícula mais desenvolvida que a da figura anterior. Idem x ca 40.
- FIG. 13 - Aspectos do tecido lenhoso da estaca em regressão. Idem x ca 80.
- FIG. 14 - Início de formação de radícula, em regiões onde outrora existia um ramo ou folha. Idem x ca 80.
- FIG. 15 - Aspectos do corte transversal da estaca, mostrando à esquerda, a formação do calo, à direita a radícula em formação. Idem x ca 40.
- FIG. 16 - Idem, radícula ligada ao lenho da estaca com traqueídeo no seu eixo e os demais tecidos adjacentes injuriados na operação do corte. Idem x ca 40.















